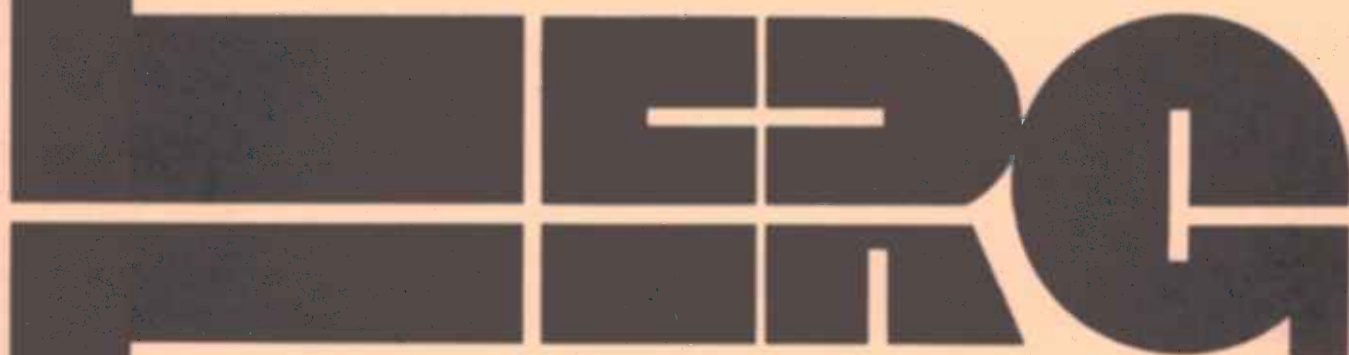


ENERGY RESEARCH GROUP



MANUSCRIPT REPORTS

Investigaciones Energéticas

Tendencias y problemas en los países
en vías de desarrollo

SUMARIO EJECUTIVO

**ARCHIV
49074**

Septiembre 1986



The Energy Research Group consists of eminent members of the international community of energy analysts and policymakers from developing countries. This independent Group has been set up to review energy-related research and technology and its relevance to developing countries, to assess the research capacity of developing countries, and to suggest the priorities for energy research in these countries.

This series includes seminar papers, internal documents, and preliminary studies that may later form the basis of a formal publication. The copyright rests with the International Development Research Centre and the United Nations University, who are the joint sponsors of the Energy Research Group. However, the views expressed are those of the authors themselves, and not necessarily of the Centre or the University. This report is circulated by the Coordinator, The Energy Research Group, P.O. Box 8500, Ottawa K1G 3H9, Canada.

49074

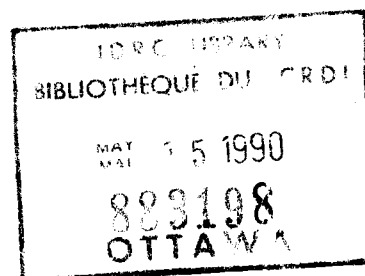
PERIODICALS
PERIODIQUES

INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS

Tendencias y problemas en los países en vías de desarrollo

Informe autorizado del
GRUPO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS

SUMARIO EJECUTIVO



Centro Internacional de
Investigaciones para
el Desarrollo
Ottawa

Universidad de las
Naciones Unidas
Tokio

1986

ARCHIV
620.9
E 50
no. 8

I. INTRODUCCION

El Grupo de Investigaciones Energéticas fue organizado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo y la Universidad de las Naciones Unidas para analizar las investigaciones realizadas en el campo de la energía y para recomendar prioridades para las investigaciones relacionadas con la energía en los países en vías de desarrollo. Este informe tiene como objetivo cumplir con ese mandato, y está basado en tres premisas: (i) las investigaciones relativas a la energía deben estar vinculadas con el resto de las investigaciones sobre todos los aspectos de la economía y de la sociedad; (ii) las fuentes de energía deben estudiarse tomando en cuenta la demanda que exista de las mismas; y (iii) el ahorro de energía tiene tanta importancia como la producción de energía. El informe está basado principalmente en información aparecida en diferentes publicaciones. En el mismo no se analizan aspectos de ingeniería ni tecnológicos, ni tampoco las variaciones regionales o nacionales; no se han incluido investigaciones sobre temas difíciles de evaluar debido a la confidencialidad de la información o a la falta de conocimientos al respecto.

II. EL ENFOQUE DEL GRUPO

El Grupo de Investigaciones Energéticas está integrado por 11 especialistas provenientes de países en desarrollo en que se ha prestado gran atención a todo lo relacionado con la energía. En este informe se ha intentado analizar las investigaciones tanto desde el punto de vista profesional como sociopolítico. El Grupo ha prestado particular atención a la expansión de la capacidad investigativa, prerequisite indispensable para la determinación de prioridades en las investigaciones. Se ha tratado de identificar las líneas de investigación más promisorias, derivándolas del papel que desempeña la energía en el proceso del desarrollo. Se han abarcado todas las formas y usos de la energía.

El Grupo partió de los siguientes supuestos normativos de base: (i) el aumento de la producción y del consumo es esencial para el mejoramiento de las condiciones de vida en los países en vías de desarrollo; sin embargo, (ii) la eliminación de la pobreza y la distribución más equitativa de los ingresos requiere también políticas específicas; (iii) este objetivo de justicia se aplica también a escala internacional; (iv) es necesario aumentar la capacidad de los países en desarrollo para tomar decisiones de manera independiente; esto requiere la internalización de varias funciones y actividades inexistentes en esos países o que los hacen dependientes de los países industrializados; (v) las actividades económicas no deben ocasionar trastornos ambientales; (vi) dichas actividades deben realizarse eficientemente, aunque la eficiencia debe definirse tomando en cuenta las condiciones específicas en cada país.

El informe representa la posición unánime del Grupo. Sin embargo, el Grupo está consciente de que debido al estado actual de los conocimientos con respecto a varios asuntos, podrían ser igualmente válidos puntos de vista diferentes.

III. LAS INVESTIGACIONES Y EL MEDIO EN QUE SE DESARROLLAN

Además de estar bien fundamentadas, las investigaciones deben ser útiles. La utilidad de las investigaciones depende de la interacción efectiva de los investigadores, planificadores y usuarios.

Los gobiernos son instituciones que tienen como objetivo encontrar soluciones a conflictos. Independientemente de la filosofía que puedan tener, los gobiernos de los países en desarrollo se ven obligados a tomar medidas relacionadas con la energía, debido a la importancia de este campo, a las considerables inversiones necesarias y al costo de la importación de energía, o a los ingresos provenientes de su exportación. A la hora de adoptar una política energética, es necesario analizar las posibilidades futuras para escoger opciones específicas y seleccionar instrumentos que permitan alcanzar los objetivos nacionales. Las investigaciones pueden contribuir a tomar decisiones más acertadas a todos los niveles. Para que puedan contribuir eficazmente a las políticas, es esencial que las investigaciones se lleven a cabo en instituciones profesionales bien dotadas, capaces de brindar asesoramiento independiente. El gobierno debe mantenerse al tanto de las investigaciones, sin llegar a controlarlas directamente.

En los países en desarrollo, muchas empresas cuentan con la capacidad de llevar a cabo observaciones con medios tecnológicos muy avanzados, actividades que deben ser fomentadas. La ayuda de los gobiernos deberá destinarse a aumentar la capacidad investigativa, y no a actividades específicas de investigación y desarrollo per se, así como a la creación de estructuras de mercado competitivas que induzcan a las empresas a innovar en vez de dedicar sus esfuerzos a la generación de innovaciones específicas. Las instituciones de investigación que trabajan para pequeñas empresas deberán mantenerse en estrecho contacto con algunos productores, llevando a las innovaciones al punto en que se reduzcan al mínimo los riesgos de comercialización.

Para aumentar su efectividad, las instituciones de investigación necesitan: (i) acumular experiencia; (ii) diseminar bagaje intelectual; (iii) garantizar el uso eficiente de su potencial intelectual; y (iv) combinar diversas disciplinas para encontrar soluciones a los problemas. Los fondos que reciban de los programas deberán dedicarse al desarrollo del potencial intelectual y material en áreas de investigación específicas; los proyectos deberán diseñarse para explotar dicho potencial. Los directores de las instituciones de investigación desempeñan un papel crucial en la coordinación de las actividades de los investigadores con respecto a los diferentes problemas, programas y proyectos. La formación profesional y las comunicaciones son actividades esenciales para el éxito de las investigaciones.

Las agencias internacionales que otorgan fondos contribuyen muy poco, y en algunos casos nada, al fomento de la capacidad investigativa en los países en desarrollo. Las investigaciones en gran escala sobre sitios específicos necesarias para los proyectos de inversiones reciben ayuda de grandes organizaciones otorgadoras de fondos, mientras que las investiga-

ciones en pequeña escala, que por lo general no tienen relación con actividades de producción o comercialización, reciben fondos de pequeñas organizaciones. Dichas organizaciones no son responsables de la falta de vinculación entre las investigaciones y la política, producción y utilización de las mismas, fenómeno característico de los países en vías de desarrollo. Esa desvinculación se debe al papel dominante de las compañías multinacionales en la producción de equipos energéticos que requieren grandes inversiones de capital, a la posición precaria de las compañías nacionales en los países en desarrollo y a la pasividad de los gobiernos de los países en vías de desarrollo en lo tocante a la formulación de políticas energéticas. Se debe señalar que las organizaciones internacionales que otorgan fondos contribuyen también a reforzar esa desarticulación, y hacen muy pocos esfuerzos para remediar los puntos flacos de las instituciones de investigación en los países en desarrollo.

IV. ANALISIS Y GESTION DE LA DEMANDA

El proceso del desarrollo supone el aumento de la demanda de energía debido al incremento de la producción y del consumo, cuyas estructuras requieren cada vez más energía. Esto explica la importancia que reviste el estudio de los factores que determinan la demanda.

En la mayoría de los países en desarrollo las estadísticas sobre energía son escasas y están mal organizadas, lo que permite realizar solamente un análisis global poco preciso. Aunque en el futuro inmediato es necesario realizar esas investigaciones dentro de los límites impuestos por los datos, también se deben hacer esfuerzos para ampliar la base de datos, lo que permitirá deducir relaciones más pormenorizadas y fiables. Una de las formas en que se pueden organizar las estadísticas pormenorizadas sobre energía son los balances energéticos, pero éstos no arrojan ningún resultado analítico por sí mismos.

La elasticidad de los ingresos del consumo de energía resume una relación, pero no explica los factores que la causan o que pueden modificarla. Lo mismo se aplica a las funciones translogísticas destinadas a medir la capacidad de sustitución entre diferentes formas de energía. Los modelos de entrada-salida presentan en gran detalle la relación existente entre la producción y el consumo de energía y los usos de la misma, lo que permite el estudio de muchas situaciones hipotéticas. Sin embargo, estos modelos excluyen otras influencias y, debido a que los flujos se miden en términos de valor, se confunden los cambios en cantidad y precio. Los modelos de ingeniería o tecnoeconómicos tienen como objetivo separar esos dos factores, empleando cantidades físicas. Sin embargo, el comportamiento de los productores y consumidores no se puede describir con precisión en términos físicos, dado que depende del valor monetario y es esencialmente inestable. De todo esto se desprende que no existe un método perfecto para estudiar la demanda global de energía.

La inestabilidad y complejidad de la conducta humana que desestabiliza las relaciones globales de la demanda afecta igualmente a relaciones específicas. En el caso de estas últimas, es fácil manejar varias influencias simultáneamente, pero no siempre es fácil determinar los efectos específicos de las mismas. Al nivel microeconómico, dos tipos de estudios de la demanda tienen un alcance muy amplio, a saber, los que colocan a la demanda de energía en el contexto de las decisiones generales del consumo doméstico, y los que analizan la recogida de leña como parte de la división del trabajo en las familias rurales.

Los modelos de demanda energética se pueden emplear para estudiar y manipular la intensidad de la energía total tomando diferentes medidas, entre las que cabe destacar los impuestos y subsidios. El diseño de impuestos y subsidios que permitan combinar la justicia social con el pronóstico preciso de los resultados es algo que requiere gran ingenio y que pone a prueba la imaginación de los investigadores. Dado que a menudo los impuestos y los subsidios a combustibles específicos causan efectos imprevistos y llevan a la sustitución, los investigadores deben diseñar medidas más neutrales que persigan metas mejor definidas.

La fijación de precios sobre la base de los costos promedio observados en el pasado es una práctica común en las grandes industrias energéticas. Sin embargo, la misma distorsiona los niveles de ganancias, los patrones de inversiones y la competencia entre fuentes de energía. Es necesario llevar a cabo investigaciones sobre mejores métodos para la regulación de los precios y el uso de las estructuras de mercado para regular los precios y estimular el cambio tecnológico.

Los excedentes agrícolas son esenciales para que parte de la población pueda dedicarse a otras tareas no agrícolas. En muchos países de Africa y en algunos de Asia la productividad de las tareas agrícolas es demasiado baja para generar excedentes significativos. Para que esas naciones puedan desarrollarse, debe concederse gran prioridad al incremento de la productividad agrícola, lo que supone la introducción de energía de fuentes mecánicas que permita reemplazar, o suplir, el trabajo manual. Los estudios de la relación entre la producción agrícola y el uso total de energía resultan poco útiles, por lo que resulta necesario un análisis pormenorizado y la introducción de innovaciones conceptuales. Es necesario ampliar los estudios para abarcar sistemas agrícolas periféricos como el cultivo de granos en terrenos áridos granulados y el cultivo de tubérculos perennes. Sería útil que los estudios relativos a la mecanización establecieran diferencias entre las actividades realizadas durante los períodos de mayor demanda y los de poca actividad. Revisten un interés muy especial las investigaciones destinadas a aumentar la eficiencia de las técnicas mecánicas y no mecánicas como, por ejemplo, los estudios para llevar a los países en vías de desarrollo los cultivos que requieren poca labranza. La eficiencia energética también se puede elevar empleando más eficientemente insumos agrícolas que requieren mucha energía como, por ejemplo, fertilizantes, aguas y pesticidas. Entre las varias maneras de aumentar la eficiencia del uso de los mismos cabe destacar la selección genética de plantas con ese propósito.

En los países en desarrollo se han realizado gran número de investigaciones sobre conservación de energía en las industrias, habiéndose identificado aquellas industrias que requieren mucha energía. Concentrando esfuerzos en los mayores usuarios industriales de energía y adaptando los conocimientos disponibles, los países en desarrollo pueden aumentar la eficiencia del uso de la energía en el campo industrial.

El transporte constituye el vínculo entre las políticas energética, comercial y ambiental. Las investigaciones deben crear una base para la coordinación de estos tres tipos de política. Los patrones de ubicación determinan las necesidades de transporte, cuya relación no es muy flexible. Se debe señalar que resulta difícil aumentar la capacidad de transporte de las carreteras y ferrocarriles en áreas ya desarrolladas. Por lo tanto, es mejor planificar la ubicación de las actividades y de la población con varias décadas de antelación para reducir las posibles necesidades de transporte. Los mejores patrones de ubicación dependen de dos factores contradictorios: la reducción del área de las ciudades, que permite reducir el tráfico suburbano, y la concentración de las actividades económicas en unos cuantos lugares, que puede hacer más económica las inversiones en infraestructuras de transporte. La gestión del tráfico a corto plazo supone problemas dignos de investigación como el racionamiento de la capacidad limitada de tráfico y el uso coordinado de los precios e

impuestos a los combustibles, vehículos y carreteras. También son promotoras las investigaciones sobre variaciones en la intensidad de los transportes, la economía de las dimensiones de los vehículos y la competencia con los ferrocarriles. Debido a las grandes inversiones de capital que requieren, revisten gran importancia las investigaciones para aumentar la utilización de los mismos, sobre todo las relativas a horarios, comunicaciones, tarifas y calidad de los servicios.

Las familias que consumen energía pueden clasificarse en tres categorías: recolectores, productores y compradores de energía. Los patrones de comportamiento de estas categorías difieren y los métodos de estudiarlas presentan marcadas diferencias. La teoría de la demanda elaborada en los países industrializados se puede aplicar solamente a los compradores, pero es necesario elaborar conceptos para el estudio de los recolectores y de las familias que producen para su sustento. La asignación de mano de obra a otras actividades es factor fundamental en el comportamiento de los recolectores y productores. En los estudios, los límites de los sistemas deben tener suficiente amplitud para poder abarcar las transacciones con los pueblos vecinos y analizar las variaciones entre regiones y clases. Las investigaciones sobre recogida de leña deben vincularse a observaciones más directas del medio ambiente; las investigaciones sobre el uso de la leña deben relacionarse con su producto; por ejemplo, con la calidad y composición de los alimentos cocinados.

V. CONSERVACION DE ENERGIA

Con respecto a la conservación de energía, se pueden distinguir tres enfoques generales: mejoramiento de procesos, inversiones para ahorrar energía y aumento de la eficiencia de los equipos que utilizan la energía. Este último enfoque es muy apropiado sobre todo en los países en vías de desarrollo. Se puede mejorar el diseño de los equipos en producción pero, lo que resulta aún más importante, se pueden estudiar los equipos que se están utilizando y la operación de los mismos puede mejorarse para aumentar su eficiencia energética. En este capítulo se ilustran oportunidades relativas a ciertos tipos de equipo de uso corriente.

La aplicación de transmisiones hidráulicas y de frecuencia variable permite incrementar substancialmente la eficiencia energética de los motores. Para ser económicas, las transmisiones hidráulicas deben aplicarse en plantas enteras, lo que supone rediseñar las máquinas. Para ser efectivas, las transmisiones de frecuencia variable requieren la aplicación de dispositivos microelectrónicos.

En los países industrializados, las dimensiones e importancia de las industrias productoras de vehículos han estimulado intensas investigaciones sobre los motores de combustión interna, habiéndose concebido gran número de diseños innovadores, algunos de los cuales están en vías de experimentación. En los países en vías de desarrollo, el número de vehículos de dos ruedas está aumentando; en varios de esos países la producción ha alcanzado cifras suficientemente elevadas que justifican las investigaciones para aumentar la eficiencia de los motores para vehículos de dos ruedas.

Las investigaciones realizadas en los países industrializados sobre los motores de ciclo Brayton se concentran en el uso de los mismos para vehículos. Las investigaciones exhaustivas de estos motores podrían resultar prometedoras en los países en desarrollo que fabrican turbinas de gases.

Con toda probabilidad, las investigaciones sobre calderas convencionales se concentrarán en el mejoramiento de su eficiencia calorífica incorporando sistemas de control en línea y medios de diagnóstico. Entre las calderas de cama fluidificada, las que parecen más prometedoras son las calderas circulantes. Debido al gran número en existencia, las calderas se prestan a estudios diagnósticos y al análisis de los programas de reemplazo.

El uso de mejores cocinas que empleen combustible sólido no se ha difundido debido a la escasez de combustibles sólidos y al uso generalizado de cocinas tradicionales poco eficientes en los países en desarrollo; por lo tanto, no se ha prestado atención a la necesidad de estudiar los posibles mercados de cocinas más eficientes. Es necesario llevar a cabo investigaciones que permitan identificar áreas en que los costos de combustibles sean elevados y analizar el valor que le asignan los consumidores a las diferentes mejoras introducidas en las cocinas, incluso la mayor eficiencia de combustible.

VI. COMBUSTIBLES LIQUIDOS

En los países en desarrollo, los problemas relativos a la energía se deben a que el proceso de desarrollo depende del suministro de energía mecánica. Estos problemas ya eran agudos antes de la crisis del petróleo y no dejarán de serlo aunque los precios del petróleo continúen bajando. La gran mayoría de los países en desarrollo tienen una gran dependencia del petróleo, que deben adquirir en los mercados internacionales. De esto se desprende que los precios futuros del petróleo y de la energía revisten la máxima importancia para esos países. Aunque no se puede predecir el futuro, las investigaciones permitirían reducir la incertidumbre al respecto.

Esta incertidumbre se debe en parte al posible agotamiento de las reservas de petróleo, concepto disputado por los proponentes de la teoría sobre el origen abiógeno del gas y del petróleo. Independientemente de la exactitud de esa teoría, se debe señalar que en el pasado la intensidad y la calidad de las exploraciones realizadas en la mayoría de los países en desarrollo han dejado que desear, por lo que hay campo para exploraciones adicionales. Los contratos de exploración entre los países en desarrollo y las compañías petroleras son sumamente complejos y requieren la participación de expertos en cuestiones legales y económicas, debiéndose tomar en cuenta las circunstancias existentes en los diferentes países. En los países en desarrollo se han realizado pocas exploraciones, incluso después de la crisis del petróleo; la mayoría de las mismas se han llevado a cabo por compañías petroleras, y se han concentrado en países en que se sabe existen reservas. Por lo tanto, en los países en vías de desarrollo podría resultar provechoso realizar exploraciones, dado que las compañías petroleras multinacionales podrían no haberlas emprendido anteriormente, por considerar que existían pocas probabilidades de encontrar petróleo o que los riesgos eran demasiado elevados. En ese caso, lo que hace falta es realizar investigaciones sobre nuevas estructuras institucionales de exploración.

Los mercados y precios internacionales del petróleo son también muy inciertos. Aunque cierto grado de incertidumbre es inevitable, para los países en vías de desarrollo continúa siendo importante comprender mejor el comportamiento del mercado del petróleo y de los precios del crudo.

En caso de que comenzara a escasear el petróleo, el principal sustituto sería el metanol derivado del gas, que se podría utilizar como combustible para vehículos o en la producción de gasolina derivada del gas. Las investigaciones sobre la comercialización del metanol se realizarían en los países industrializados. La producción de metanol empleando madera resultaría factible solamente en aquellos países en que escasean las divisas extranjeras y abunda la madera barata.

El etanol se ha comercializado en Brasil y en Zimbabue; en muy pocos países en desarrollo existen perspectivas tan favorables para este producto. Aunque la producción de etanol es un proceso ya establecido, su precio podría reducirse realizando investigaciones destinadas a reducir los costos de las materias primas, aumentar la utilización de la capacidad instalada y mejorar la eficiencia de la fermentación.

VII. COMBUSTIBLES GASEOSOS

Debido a la reducida densidad energética de los gases combustibles, el almacenamiento y transporte de los mismos resulta muy costoso. Cuando se producen a partir de biomasa voluminosa, los mismos deben ser explotados en pequeña escala para mercados locales. Sin embargo, el gas natural requiere grandes inversiones, que solo se justifican si existe previamente un gran mercado y se puede crear una red de distribución.

Las probabilidades de descubrimiento de gas natural son mayores que las del petróleo; por lo tanto, la exploración para encontrar gas natural resulta muy atractiva en los países en vías de desarrollo. Una vez que se ha encontrado, antes de poder realizar inversiones, la explotación del gas natural requiere considerables investigaciones sobre gestión de yacimientos, mercados, tecnología, finanzas y acuerdos contractuales. El primer paso es encontrar grandes mercados para el gas en un área reducida; de satisfacerse ese requisito, sus usos se pueden ampliar a vehículos y residencias. Sin embargo, para emplearlo en vehículos probablemente resultaría más conveniente convertirlo en un combustible líquido como metanol o gasolina.

Aunque se han construido millones de plantas productoras de biogas y se ha observado el malfuncionamiento de muchas de ellas, se han realizado muy pocos estudios diagnósticos sistemáticos de la operación de las mismas. La producción de biogas ha estado vinculada estrechamente con los animales en establos: la difusión de las mismas requiere una mejor comprensión de su relación con los sistemas agrícolas. Entre las áreas de investigación sobre la tecnología del biogas que parecen ser más promisorias cabe destacar sobre todo la inmovilización celular y los procesos de dos etapas.

En el siglo diecinueve tuvo gran auge la producción de gas pobre a partir del carbón en grandes instalaciones, proceso que todavía se continuaba empleando en algunos países industrializados en los años 1960. En los últimos años, en los países en desarrollo ha despertado gran interés los gasificadores pequeños que utilizan biomasa, los que presentan problemas diferentes. La producción de gas pobre es sumamente sensible a la competencia; el costo del mismo depende marcadamente del costo de la madera o del carbón empleados en su producción; las investigaciones destinadas a encontrar medios para reducir el costo de producción del gas pobre permitiría ampliar su uso. Se han realizado considerables investigaciones sobre el diseño de gasificadores, que deberían difundirse y aplicarse a las condiciones locales. En aquellos países en que se han comercializado los gasificadores, las investigaciones diagnósticas sobre los defectos de los mismos permitiría obtener mejores diseños y organizar la fabricación de los mismos con el fin de reducir los defectos al mínimo. Uno de los principales objetivos de las investigaciones de diseño debería ser la reducción de los conocimientos necesarios para la operación de los gasificadores.

El hidrógeno se puede producir mediante recombinación al vapor de gas hidrocarbonado o petróleo, así como mediante electrolisis del agua. Independientemente del método de producción, no existen muchas posibilidades de que pueda competir con los combustibles fósiles mientras los precios de estos últimos continúen siendo bajos. Sin embargo, en caso de que se prohibiera la utilización de combustibles fósiles por razones ambientales, el hidrógeno podría resultar viable en algunos mercados, entre los que cabe destacar el almacenamiento de energía en las centrales eléctricas para satisfacer las cargas durante las horas de mayor demanda y los vehículos terrestres y marítimos capaces de recorrer grandes distancias. No es de esperar que estos usos se lleven a la práctica mientras las precipitaciones ácidas y la elevación de la temperatura atmosférica no causen mayor alarma que en la actualidad. Mientras tanto, el hidrógeno podría desempeñar un importante papel en los países que cuentan con buenas centrales hidroeléctricas, difíciles balanzas de pagos y reducidas reservas de carbón y petróleo.

VIII. COMBUSTIBLES SOLIDOS

Los motores de combustión interna de que están provistos la mayoría de los vehículos en todo el mundo funcionan con fracciones ligeras de petróleo, cuya producción está determinada por la demanda de gasolina y combustibles para vehículos. Las restantes fracciones más pesadas consisten principalmente de fuel oil, que compite con el carbón. Por lo tanto, en los países industrializados la demanda del carbón se ve limitada por la producción de petróleo e indirectamente por el empleo de productos derivados del petróleo en el transporte. Aunque el aumento de los precios del petróleo ha reducido la demanda de petróleo en el sector del transporte, y aumentado la del carbón, la producción de este último continúa dependiendo grandemente del petróleo, y es de esperar que continúe siendolo durante el futuro cercano.

Entre los países en desarrollo China y la India son los mayores productores de carbón. Otros países en desarrollo podrían beneficiarse de exploraciones más intensas. En los países productores de carbón, el progreso depende de la adaptación de la tecnología a las condiciones locales; por lo tanto, los productores de carbón deben mantenerse al tanto de los equipos más modernos para poder hacer innovaciones adaptativas.

En la China y en la India las industrias de carbón subterráneo requieren mucha mano de obra. La introducción de tecnología mecanizada para las galerías ha presentado problemas específicos en las diferentes minas; el proceso requiere que los usuarios aprendan nuevas técnicas e interactúen con los fabricantes de maquinarias para obtener provecho mutuo. La nueva tecnología requiere nuevas estructuras de gestión y las investigaciones podrían contribuir a esta conversión. El transporte y la preparación del carbón suponen problemas de investigación bien definidos.

En los países en desarrollo se utiliza mucho carbón vegetal en los hogares en áreas urbanas. El empleo prolongado de carbón de leña exigiría la producción de madera en plantaciones, lo que supone competencia con otros usos agrícolas. Para poder competir exitosamente y lograr producir madera para carbón de leña a un precio razonable es necesario aumentar la productividad de la tierra. Por lo tanto, la producción continua de carbón vegetal a nivel comercial requiere realizar investigaciones para aumentar el rendimiento de muchos cultivos. Los hornos cónicos son los más apropiados para la fabricación sedentaria de carbón de leña; este tipo de hornos merece recibir difusión y mejoramiento tecnológico.

En aquellas áreas urbanas en que se usa madera en vez de carbon vegetal también se puede encontrar una solución a la escasez de combustible elevando la producción de los campos, lo que permitiría plantar bosques en las cercanías de las poblaciones. Otras soluciones serían la diversificación de los tipos de combustibles y el descubrimiento y producción de nuevas especies de árboles y arbustos que puedan emplearse como combustible.

IX. OTRAS FUENTES TERMICAS

Como el calor se disipa fácilmente, las fuentes locales geotérmicas o solares dan mejores resultados cuando se las emplea localmente sin muchas inversiones en almacenamiento o transporte térmico.

Aunque la mayor parte de las fuentes geotérmicas se han descubierto en el transcurso de las exploraciones petroleras, es probable que la mayoría de la energía geotérmica esté almacenada en distemas ígneos recientes en donde no se busca petróleo, lo que justificaría realizar las exploraciones pertinentes. La mayoría de las fuentes de agua caliente que se descubran tendrán probablemente una temperatura demasiado baja que no permitirá la conversión directa en electricidad y que solamente podrá emplearse para procesar calor. Sin embargo, es recomendable que los países en desarrollo se mantengan al tanto de los avances relativos a las plantas de ciclo binario y a la tecnología de rocas ígneas.

En la práctica, en la conversión de la luz solar en calor el único costo es el de los equipos; debido a la explotación en pequeña escala es necesario contar con un gran número de dispositivos. Aunque la mayoría de las investigaciones tienen que ver con el diseño de los mismos, la gran difusión de estos procedimientos requiere la elaboración de tecnologías de producción en masa que permitan obtener dispositivos baratos y confiables.

Como la luz solar está disponible solamente unas cuantas horas al día, los dispositivos alimentados por el sol deben ser de un tamaño excesivo o estar subutilizados. El costo de los mismos aumenta rápidamente a medida que se eleva la temperatura a que funcionan. Por lo tanto, para que resulten económicos, los captadores térmicos solares deben emplearse como dispositivos para ahorro de combustible que funcionen en combinación con dispositivos no alimentados por el sol como, por ejemplo, calentadores de agua, cocinas y secadores de cosechas. Para que puedan tener éxito, es imprescindible combinar los dispositivos no solares con la identificación del mercado.

X. ELECTRICIDAD

La electricidad, con sus múltiples usos y fuentes, es una valiosísima forma de energía para la industria y los hogares y la demanda de la misma aumenta rápidamente a medida que se acelera el desarrollo.

En los países en vías de desarrollo, las centrales eléctricas por lo general abarcan todo el territorio y son propiedad del estado. La interferencia política en la gestión de las mismas trae aparejado estructuras organizativas que dejan que desear. La mayor prioridad continúan siendo las reformas institucionales y una relación fructífera con el gobierno; las innovaciones organizativas son una de las más importantes áreas de investigación. Las investigaciones también podrían desempeñar un papel crucial en otras áreas que tienen que ver con la organización, como, por ejemplo, la política de inversiones y la política de precios. El diagnóstico correctivo de las plantas en operación podría ser muy útil.

Ya se ha logrado comercializar células fotovoltaicas de sílice cristalino, cuyos costos se han venido reduciendo rápidamente. En la actualidad, las investigaciones que tienen mayor interés son las relacionadas con las células de película fina, sobre todo las células de sílice amorfo. Las investigaciones al respecto podrían resultar muy promisorias en los países en vías de desarrollo, al menos hasta que lleguen a la etapa de comercialización.

Para los países en vías de desarrollo que tengan planes para la generación de electricidad eólica, la identificación de los emplazamientos reviste la mayor importancia. El número de sitios apropiados determinará las necesidades de generadores, que a su vez influye sobre la selección de los diseños y los procesos de fabricación. La adaptación de los generadores a la red de transmisión también supone problemas de investigación.

XI. FUENTES DE FUERZA MOTRIZ

Aunque gran parte de la demanda de energía tiene que ver con las necesidades de fuerza motriz, esa forma de energía está disponible solamente en el viento, el flujo de las aguas y el trabajo muscular de los animales y el hombre. Los vientos fueron un factor importantísimo en el desarrollo de la navegación y los molinos de granos, pero en la actualidad su importancia se ha visto muy reducida. Los saltos de agua se emplearon en el pasado como fuente de energía para la industria pero en la actualidad solo se utilizan para generar electricidad. En los países en desarrollo continúan empleándose animales, aunque se observan marcadas diferencias. Las mejoras en las condiciones laborales y en la calidad del trabajo es una parte crucial del proceso del desarrollo. Dado que esto supone la reducción del trabajo pesado, las investigaciones sobre la energía aportada por el hombre tienen suma importancia.

Aunque las bombas eólicas son cada día más ligeras y fáciles de ensamblar y operar, el diseño de las mismas continúa siendo empírico; sin embargo, el mismo podría ser mejorado mediante una observación más precisa de sus características de funcionamiento. También revisten importancia las investigaciones para acoplar los rotores y las bombas.

Existen tres índices para medir la energía producida por el ser humano: en términos del número de personas, del tiempo trabajado y de las calorías generadas. Las dos primeras son aproximaciones. Las mediciones reales en términos de calorías no han conducido a una teoría incontrovertible, debido a que las variaciones en el número de calorías necesarias para trabajos específicos no se ha estudiado sistemáticamente. A este respecto son necesarias mediciones más exactas, que deben ir acompañadas de innovaciones teóricas.

XII. EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE

Aunque la producción y el uso de energía tienen efectos ambientales muy amplios, los mismos no son exclusivos del campo de la energía y el estudio de los mismos no está relacionado directamente con las investigaciones energéticas. Por lo tanto, en el informe solamente se analizan tres problemas relacionados estrechamente con la energía: la deforestación y extensión de los desiertos; el efecto de invernadero y las precipitaciones ácidas.

La relación de causa a efecto entre el consumo de leña, la deforestación y la extensión de los desiertos no está bien establecida y a menudo se mal interpreta. El uso de leña no trae aparejado necesariamente o frecuentemente la deforestación. La deforestación puede ser objeto de preocupaciones científicas, estéticas o económicas; en cada uno de esos casos, el mejor remedio no es necesariamente la repoblación forestal, que debe analizarse en cada caso específico. La extensión de los desiertos se debe a la desaparición de la capa vegetal la que, en las áreas áridas con riesgo de convertirse en desiertos raras veces consiste de bosques. Se debe señalar nuevamente que existen varios remedios, de los cuales la repoblación forestal no es necesariamente el mejor. Es necesario realizar investigaciones más exhaustivas al respecto.

El paulatino aumento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera se ha demostrado de manera irrefutable. También está claro que dicho aumento está relacionado con el empleo de combustibles fósiles, aunque otros factores también inciden sobre el mismo. Las proyecciones basadas en estos factores sugieren que la concentración de dióxido de carbono se duplicará para mediados del siglo 21. Sin embargo, no está nada claro cuales serían los efectos de dicho aumento sobre las temperaturas a nivel mundial, ni las consecuencias de la elevación de las temperaturas. Todavía no se conoce bien el mecanismo de los cambios climáticos; una mejor comprensión del mismo reviste suma importancia, tanto para los países en desarrollo como para los industrializados.

La mayoría de la lluvia es ligeramente ácida. Se cree que la acidez de la misma se debe a los óxidos nitrogenados. En todo el mundo, la mayoría de las emisiones provienen de la descomposición natural de la biomasa, aunque también se forman debido a la combustión y degradación de los fertilizantes naturales. La acidez de las precipitaciones también se puede deber al dióxido de azufre y al sulfuro de hidrógeno provenientes de la combustión de combustibles que contienen azufre y de las erupciones volcánicas. En los últimos años, la acidez de las precipitaciones en América del Norte y la Europa Occidental ha causado grandes estragos a varias especies vegetales y animales, y se cree que las mismas se deben a la combustión de combustibles que contienen azufre. Sin embargo, existen dos áreas relacionadas con la química de las precipitaciones ácidas que todavía no se comprenden bien: el ciclo NO_x -VOC y el papel de los radicales hidroxilo y hidroperoxilo. La comprensión de estos factores incidirá directamente sobre la manera más apropiada de hacer frente a este problema. La reducción de las emanaciones también requiere investigaciones sobre la preparación del carbón, la geometría de los hornos, la eficiencia de combustión y el tratamiento de las emanaciones de gases. Ese tipo de investigaciones podrían ser muy útiles para los países en desarrollo que consumen grandes cantidades de combustibles fósiles y biomasa.

XIII. REQUISITOS PREVIOS

En este y en los dos siguientes capítulos se resumen las conclusiones generales del informe.

La eficacia de un sistema de investigaciones depende de la existencia de usuarios bien informados, la acumulación a largo plazo de conocimientos, la dirección apropiada de las investigaciones y la disponibilidad de fondos destinados a metas específicas.

Los usuarios bien informados son aquellos que pueden determinar la realización de investigaciones sobre problemas y juzgar la calidad de la investigación. Los mismos deberán estar diseminados en las organizaciones que utilicen las investigaciones. Los usuarios bien informados deben estar capacitados para llevar a cabo investigaciones y para juzgar el mérito de las mismas; asimismo, deben actualizar sus conocimientos periódicamente.

La acumulación de conocimientos toma tiempo y requiere bibliotecas y otras instalaciones materiales. La utilización de esos conocimientos exige de los investigadores un proceso de aprendizaje y de solución de problemas. Por lo tanto, las carreras de los investigadores deberán planificarse no solamente para que profundicen sus conocimientos, sino para que también amplíen sus intereses.

La dirección apropiada de investigaciones supone el estudio del medio en que se realizan las investigaciones, especialmente de las necesidades crecientes de los usuarios de las investigaciones, y la traducción de las mismas en problemas que puedan ser resueltos por las investigaciones, contribuyendo a desarrollar la capacidad de los mismos.

La disponibilidad de fondos destinados a metas específicas requiere inversiones a largo plazo en programas que puedan tener importancia para los usuarios de las investigaciones, canalizándolos en proyectos.

XIV. USOS

Los sistemas nacionales de energía necesitan ser proyectados para un período cuya duración sea por lo menos idéntica al período de gestación en las industrias de energía. Tales proyecciones deben estar basadas en el conocimiento de las interrelaciones que existen entre las industrias en el campo de la energía, así como entre ellas y el resto del sistema socio-económico.

El conocimiento de las relaciones estructurales contribuirá a decidir como podría alterarse la demanda de energía variando la estructura de la producción y del consumo. Igualmente, la comprensión de la conducta de los consumidores puede emplearse para influir y regular el consumo de energía de los mismos.

La substitución de combustibles es necesaria cuando se observan variaciones en la escasez relativa de las fuentes de energía. El reemplazo de la energía por fuentes mecánicas que ocurre durante el proceso del desarrollo es una de las principales formas de substitución de combustibles, que supone importantes problemas de política. Estos problemas requieren investigaciones de gran amplitud.

Dos tipos de investigaciones relacionadas con la conservación de energía revisten particular importancia en los países en vías de desarrollo. El primero es el inventario de los diferentes tipos de equipos que utilizan energía, diagnosticando las causas de la ineficacia energética y elaborando métodos para reducirla. La segunda supone el aprovechamiento de esos estudios para mejorar los diseños de nuevos equipos.

XV. RECURSOS

El Grupo adoptó el criterio de determinar prioridades sobre la base de la contribución que puedan hacer las investigaciones a las decisiones sobre política y producción. Desde esta perspectiva, los recursos se pueden clasificar en dos categorías generales: aquellos cuya exitosa explotación depende principalmente del estudio y de la cuidadosa identificación de la demanda de los mismos, y aquellos cuyo costo debe reducirse para poder aplicarlos con éxito.

Dado que, por lo general, el gas natural es la fuente energética más sensible a las variaciones del mercado, las investigaciones sobre la demanda serían sumamente útiles en este campo. Esto también se podría aplicar al carbón, que cuenta con muchos competidores, aunque las variaciones entre usuarios pueden ser más fáciles. La demanda del petróleo es relativamente estable debido a la red de distribución, pero puede tener que hacer frente a la competencia internacional, por lo que resulta necesario estudiar los mercados internacionales. Por lo general, las condiciones del mercado inciden menos sobre la electricidad, a menos que se hayan realizado inversiones excesivas al respecto. Las fuentes de energía en pequeña escala se destinan por lo general a mercados locales pequeños; sin embargo, la identificación de las mismas podría requerir investigaciones adicionales.

Esas fuentes tienen que hacer frente por lo general a la competencia de fuentes en gran escala; por lo tanto, la más importante contribución de las investigaciones sería la reducción de los costos de producción. Tratándose de recursos que requieren elevadas inversiones de capital, la elevación de la utilización de la capacidad podría aumentar directamente la factibilidad de los mismos. Tratándose de recursos disponibles solamente durante determinadas épocas del año--como ocurre con el etanol derivado de la caña de azúcar-- la reducción de los costos de almacenamiento podría ser la manera de elevar la capacidad de utilización. En lo que respecta a las fuentes de energía cuyo almacenamiento supone elevados costos --por ejemplo, la energía solar o eólica-- la identificación de los emplazamientos favorables y la determinación de los usos apropiados constituye un buen tema de investigación. La viabilidad de los recursos de la biomasa terrestre podría elevarse aumentando la productividad de los terrenos; las investigaciones sobre la productividad de la biomasa incidiría favorablemente sobre los combustibles derivados de la biomasa, al aumentar la superficie que se podría destinar a este uso. La explotación de los yacimientos de combustibles minerales a menudo encierran muchas sorpresas; las investigaciones pueden mejorar la viabilidad de los proyectos mineros, identificando las posibles dificultades y encontrando soluciones.